

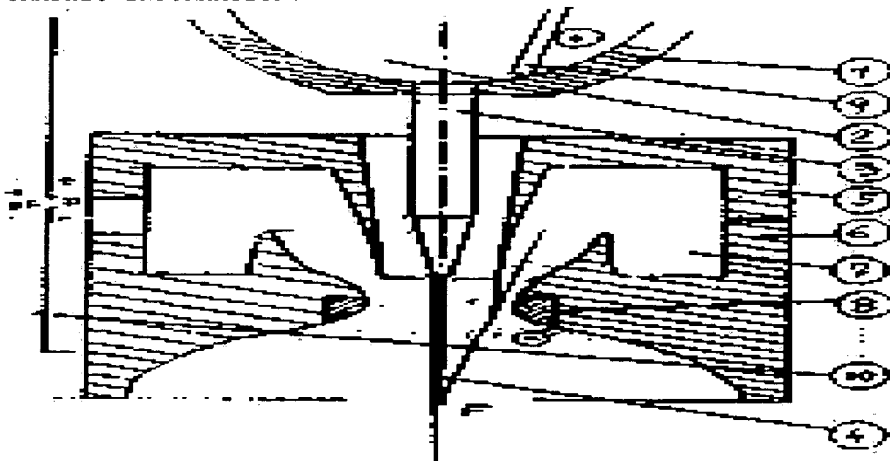
ACCESSION NUMBER: 1988-114553 [17] WPINDEX  
 DOC. NO. NON-CPI: N1988-087039  
 TITLE: Jet for liquid metal spray - includes electrodes delivering high current via arc to provide additional heating of atomised metal.  
 DERWENT CLASS: P42 X25  
 PATENT ASSIGNEE(S): (SERO-I) SEROLE B P  
 COUNTRY COUNT: 1  
 PATENT INFORMATION:

PATENT NO	KIND	DATE	WEEK	LA	PG MAIN IPC
FR 2603210	A	19880304	(198817)*		10

APPLICATION DETAILS:

PATENT NO	KIND	APPLICATION	DATE
FR 2603210	A	FR 1986-12299	19860828

PRIORITY APPLN. INFO: FR 1986-12299 19860828  
 INT. PATENT CLASSIF.: B05B001-24; B05B005-06  
 GRAPHIC INFORMATION:



BASIC ABSTRACT:

FR 2603210 A UPAB: 19930923

The jet for dispensing metal and alloys uses high pressure gas to carry the metal. A container (1) holds the liquid alloy (2) passing through a calibrated nozzle (3) to produce a jet (4). The liquid is pre-heated to 140 degrees centigrade above its melting point - for example 1520 degrees centigrade.

A tungsten electrode (8) is placed at a distance of 10 mm from the jet, while the second electrode (9) is immersed in the molten metal. The cathode is cooled by argon. The electrodes are connected to a supply delivering 180 amps at 110 volts, to provide additional heating by current through the jet. A pilot HF establishes the arc.

USE - Coating surfaces with metal using atomised spray.

3/4

FILE SEGMENT: EPI GMPI  
 FIELD AVAILABILITY: AB; GI  
 MANUAL CODES: EPI: X25-K01

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

(11) N° de publication : **2 603 210**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **86 12299**

(51) Int Cl<sup>a</sup> : B 05 B 1/24, 5/06.

(12) **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

(22) Date de dépôt : 28 août 1986.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 9 du 4 mars 1988.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

(71) Demandeur(s) : *SEROLE Bernard Pierre.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Bernard Pierre Serole.

(73) Titulaire(s) :

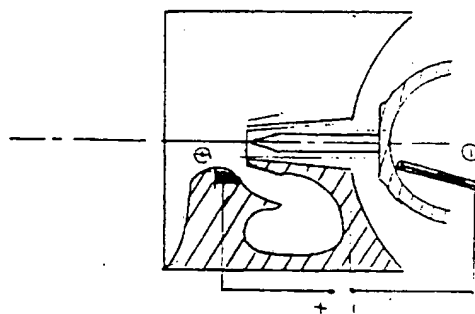
(74) Mandataire(s) :

(54) Tuyau d'atomisation par gaz, couplée avec un arc électrique ou un plasma.

(57) L'invention concerne une tuyère d'atomisation destinée à la métallurgie des poudres de métaux et alliages par un gaz sous haute pression améliorée par l'adjonction d'un potentiel électrique sur la tuyère et d'un potentiel différent sur le jet métallique permettant de chauffer le jet métallique par résistance sur sa partie courante et de créer un arc électrique au foyer d'atomisation de la tuyère.

Même dispositif dans lequel les électrodes sont telles qu'elles ionisent le gaz d'atomisation en plasma.

Ce dispositif est destiné à améliorer les performances de toute tuyère d'atomisation et plus spécifiquement celles qui sont destinées à l'atomisation d'alliages dont le liquide conserve une viscosité importante même chauffé.



FR 2 603 210 - A1

D

Le champ d'application de la présente invention est la métallurgie des poudres. Le dispositif selon l'invention concerne une tuyère d'atomisation de métaux et alliages métalliques à l'état liquide par des gaz à grande vitesse dont les performances sont améliorées par l'application d'un arc électrique entre ses différents constituants ou entre un d'eux et le jet de métal liquide à atomiser, ou entre un de ceux ci et le nuage d'atomisation. Le gaz d'atomisation peut être ionisé et de ce fait devenir un plasma.

Les techniques actuelles d'atomisation de métaux et alliages par des gaz sous pression consistent à faire couler le métal préalablement fondu en un jet calibré d'un diamètre pouvant aller de 1,5 à 15 mm. Ce jet de métal liquide laminaire est soumis à l'action d'un jet de gaz sous haute pression pouvant aller de 7 bars à 200 bars par exemple et se détendant à une vitesse élevée. La figure (1) montre un tel dispositif dans lequel le métal liquide coule par une busette 1 en un jet 2 à travers une tuyère 3 de forme torique faisant converger le gaz 4 en un jet tubulaire conique qui peut être de l'argon, argon-hélium, de l'air par exemple et qui disloque le jet en fines particules 5. Selon la pression du gaz dans la chambre de stabilisation 6 et le dessin de l'ajutage de sortie 5, l'atomisation est plus ou moins efficace. L'architecture générale de ce modèle a remplacé maintenant les tuyères à jets sécants dans lesquelles le jet de métal liquide est soumis à l'action de un ou plusieurs jets de gaz sous pression dirigés latéralement contre lui. Les caractéristiques des grains de poudre à savoir le spectre granulométrique, la forme des grains, puis en découlant la surface spécifique le coefficient d'écoulement, la densité apparente ... dépendent d'une part des caractéristiques du métal liquide viscosité, tension superficielle et de son débit en masse et d'autre part des caractéristiques physiques et mécaniques du gaz et de son débit massique, capacité calorifique, conductivité, masse spécifique, viscosité, température, quantité de mouvement.

Le gaz par sa masse et sa vitesse soit sa quantité de mouvement est l'élément moteur. Le liquide par sa viscosité et sa tension superficielle est l'élément résistant. On sait que la masse est liée au volume tandis que les forces de cohésion prépondérantes sont des phénomènes de surface. Quand le diamètre d'un grain de métal liquide est divisé par 10, sa masse est divisée par  $10^3$  tandis que sa surface est divisée par  $10^2$ . Les forces de surface ont gagné un ordre par rapport à celles de volume. Quand on passe de grains de 100 micromètres de diamètre ou microns à des grains de 5 microns par exemple,

les forces de volume sont devenues négligeables. Il en résulte que pour faire des poudres de 10 ou 20 microns, il faut consommer une énergie très importante en surchauffant le métal, en augmentant masse et vitesse du gaz, en surchauffant le gaz. Toutes mesures qui vont contre la propreté du métal, qui augmentent le prix. Faire des poudres microniques ou sub microniques par atomisation est même dans certains cas impossible. Le gaz d'atomisation utilisé en grand débit et forte pression a tendance à refroidir la busette et à élever ainsi la viscosité et la tension superficielle du métal. Enfin, certains alliages comme par exemple les super alliages base nickel gardent une viscosité élevée même à des températures très supérieures à celle du liquidus et sont de ce fait difficiles à atomiser proprement et en fines granulométrie exigées par les spécifications actuelles de certaines pièces. Il faut noter aussi que l'utilisation de grandes quantités de gaz et de hautes températures dans de grandes enceintes rendent quasi impossible de conserver la précision de composition et la pureté de l'alliage.

Il faut rappeler que dans certains procédés de fabrication de poudres métalliques, soit un arc électrique, soit un plasma, soit un faisceau d'électrons sont utilisés pour fondre le métal qui est ensuite séparé en gouttelettes par des moyens mécaniques. Ces procédés sont essentiellement différents du procédé selon l'invention en ce que ces trois sources d'énergie sont utilisées pour fondre du métal à partir de l'état solide comme dans des fours ou appareils de soudage classique. Dans le premier cas, le métal à fondre sous forme de barreau sert d'électrode et les gouttes dès que fondues sont éjectées par la rotation rapide de la barre. Dans le deuxième cas le métal peut être amené sous forme de fil comme dans une torche de métallisation classique ou comme en barre comme dans le cas précédent. Dans ce cas c'est le gaz plasmagène qui peut évacuer les gouttelettes à mesure de leur fusion. Dans le troisième cas, le métal sous forme de barre est fondu par le faisceau d'électrons comme dans un four par bombardement électronique du commerce et les gouttes peuvent aussi être éjectées par la rotation de la barre. Ce dernier procédé a l'avantage ou l'inconvénient d'être sous vide.

Dans le procédé selon l'invention, au contraire, l'arc ou le plasma s'appliquent au jet de métal liquide et s'écoulant à une certaine vitesse. L'agent d'atomisation est différent en l'occurrence la tuyère d'atomisation de gaz sous haute pression. Une particularité nouvelle est que le nuage d'atomisation est conducteur et sert au retour du courant électrique qui se poursuit

par le jet de métal liquide en mouvement et par le bain dans le creuset. Le procédé est donc fondamentalement différent des procédés existant par ailleurs.

Le procédé selon l'invention permet d'améliorer considérablement les performances des tuyères d'atomisation ou d'en modifier complètement le mode de fonctionnement par l'adjonction d'un arc électrique entre ses différents constituants.

Le principe du procédé est exposé par la figure (2). Le creuset 1 contient l'alliage liquide 2 qui coule par le fond du dit creuset à travers une busette calibrée 3 par un jet 4. Par exemple creuset et busette peuvent être en alumine. Le creuset peut contenir 150 kg de métal liquide et être rempli automatiquement. Le jet peut être calibré à un diamètre de 3 mm. Le creuset est préchauffé à 140 °c au dessus du liquidus de l'alliage, soit par exemple à 1520 °c. La tuyère 5 délivre un jet gazeux conique 6 se concentrant en un point F appelé foyer. le jet liquide est alors disloqué en un nuage de particules 7. Le débit de liquide peut être de 260 kg/h. Creuset et busette sont chauffés de façon que la viscosité du métal lui permette de couler régulièrement par la busette de diamètre 3 mm et satisfasse aux calculs de l'atomisation.

On place une électrode par exemple en tungstène à 10 mm du jet de coulée en 8. Une deuxième électrode par exemple en cermet trempe dans le bain en 9. Elles sont reliées à un générateur de courant continu capable de fournir par exemple 180 Ampères sous 110 volts. Un courant pilote en haute fréquence aide à l'établissement de l'arc. La cathode 8 est avantageusement protégée et refroidie par un courant d'argon de quelques litres par minute. L'arc électrique s'établit entre la cathode et le liquide. Il a pour effet de le sur chauffer immédiatement vers 2200°C. Le retour du courant électrique se fait par le jet de métal liquide à travers la busette et le creuset. Il participe au chauffage de la busette proportionnellement à la résistance du jet liquide soit:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{s}$$

où R est la résistance électrique du jet en Ohms

$\rho$  est la résistivité du métal liquide

L sa longueur sous diamètre 3 mm

s sa section correspondant au diamètre sus cité.

Si la puissance du générateur est correcte, le métal ne peut plus figer dans la busette car il est surchauffé sur sa partie courante. Au foyer, la surchauffe s'élève brusquement à la température de l'arc, 2200°C et plus par exemple. L'expérience confirme que l'alimentation en gaz sous pression de la tuyère 5 qui va délivrer son jet gazeux concentré en F, n'éteint pas l'arc. Le nuage d'atomisation est conducteur. En fait il faut signaler que les essais de confirmation ont été menés avec une tuyère fonctionnant à l'argon ou argon-hélium dont la zone focale F est réellement très petite soit 3 mm de diamètre pour un débit de 750 NM<sup>3</sup>/h sous 12 bars et pour laquelle le gaz reste calme à proximité immédiate du foyer. C'est à dire une tuyère d'atomisation moderne. Dans ces conditions, toutes autres données étant égales par ailleurs, la poudre est plus fine ou inversement, on obtient un produit équivalent en consommant beaucoup moins d'énergie thermique ou mécanique et avec une machine beaucoup plus réduite.

Une variante capitale du procédé selon l'invention tel que décrit ci-dessus, consiste à placer l'électrode faisant office de cathode de telle façon que le gaz d'atomisation lui même soit ionisé en plasma. La figure (3) représente une telle application du procédé. Le creuset 1 contient l'alliage liquide 2 qui coule par la busette calibrée 3 en un jet 4. La tuyère est composée d'une partie interne 5 qui peut être refroidie et d'une partie externe 6. Un insert 8 de tungstène par exemple dans la partie externe 6 de la tuyère joue le rôle de cathode tandis que l'anode 9 est le jet lui même. Le retour de courant se faisant comme précédemment par une tige de cermet trempant dans le creuset. Les deux sont reliées à un générateur électrique capable de délivrer par exemple 40 Ampères sous 110 volts. De la même façon que dans l'exemple précédent, le jet est réchauffé par le retour du courant. Le gaz argon par exemple est ionisé entre la cathode 8 et le jet 4 et transformé en plasma qui est composé comme chacun sait, de particules chargées positivement, d'électrons et de particules neutres. Il est de ce fait porté à une température supérieure à 20.000 °C. La viscosité du métal quel qu'il soit tombe est accélérée jusqu'à 20.000 m/s selon l'équation des gaz parfaits:

$$\frac{P \cdot V}{R \cdot T} = \text{constante}$$

ou:

P est la pression

V est le volume

R est l'équivalent mécanique de la calorie

T est la température absolue.

la quantité de mouvement  $M.v$  du gaz où  $M$  est la masse et  $v$  la vitesse est multipliée en proportion. Dans cet exemple, les problèmes d'isolation électrique sont résolus en traitant certaines parties de la tuyère en céramique. La cathode est avantageusement située dans la section critique d'une buse supersonique dite de Laval. Celle ci est calculée en conséquence.

De la même manière que précédemment, il est souhaitable d'établir préalablement à l'arc principal, un arc pilote en haute fréquence entre les deux électrodes.

Dans une deuxième variante du procédé selon l'invention, le gaz plasmagène est ionisé, c'est à dire passe entre cathode et anode avant sa sortie soit dans une enceinte ionisante placée avant la tuyère soit dans la chambre de stabilisation 7 de la tuyère. Dans ce cas la cathode peut appartenir à la partie externe de la tuyère. L'anode appartient à la partie interne de la tuyère. Le retour de courant peut se faire alors avantageusement par l'anode et par le jet de liquide comme précédemment. Figure (4). Le retour par le jet, normalement avantageux, peut être supprimé si par exemple celui ci n'est pas conducteur du courant électrique.

Le modèle de base du dispositif selon l'invention peut recevoir un dispositif d'allumage électrique pour déclencher une réaction chimique entre plusieurs composants chimiques par exemple.

Le dispositif selon l'invention peut également recevoir dans la pré chambre 13 tout dispositif d'amenée de fluide ou de solide granulé ou en poudre.

Le dispositif selon l'invention peut également bénéficier de vitesse d'éjection des gaz et composants d'atomisation ou de réaction plus élevée en disposant dans la chambre d'éjection 15 un dispositif d'accélération par railélectrique comme représenté sur la figure (4) en 16, 17, 18 ou un dispositif créant un champ électrique ou magnétique ayant le même effet.



## REVENDECATIONS.

- 1) Dispositif permettant d'améliorer les performances d'une tuyère d'atomisation d'alliages métalliques ou de métaux en portant une partie de la tuyère à un potentiel électrique et le jet de métal liquide à un potentiel électrique différent, chauffant ainsi par résistance le jet métallique et formant un arc électrique au foyer d'atomisation.
- 2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'arc électrique est amorcé et stabilisé par un arc pilote en haute fréquence.
- 3) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que une électrode est constituée par une pièce métallique placée à proximité du jet de coulée et l'autre est constituée par une pièce conductrice trempant dans le bain de métal liquide.
- 4) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que les électrodes sont disposées de telle manière que le gaz d'atomisation est ionisé en un plasma. Une électrode faisant partie de la tuyère, l'autre étant le jet liquide lui même.
- 5) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que les deux électrodes font partie de la tuyère d'atomisation de sorte que le gaz d'atomisation soit le gaz plasmagène et que le plasma formé dans la tuyère soit ainsi éjecté après ionisation.
- 6) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que l'ionisation se fait dans la chambre de stabilisation de la tuyère ou dans une enceinte dite d'ionisation en amont de celle ci.
- 7) Dispositif selon une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le gaz d'atomisation ou les produits de réaction sont accélérés dans la chambre d'éjection de la tuyère par un dispositif électro magnétique.

PLANCHE 1/3/

2603210

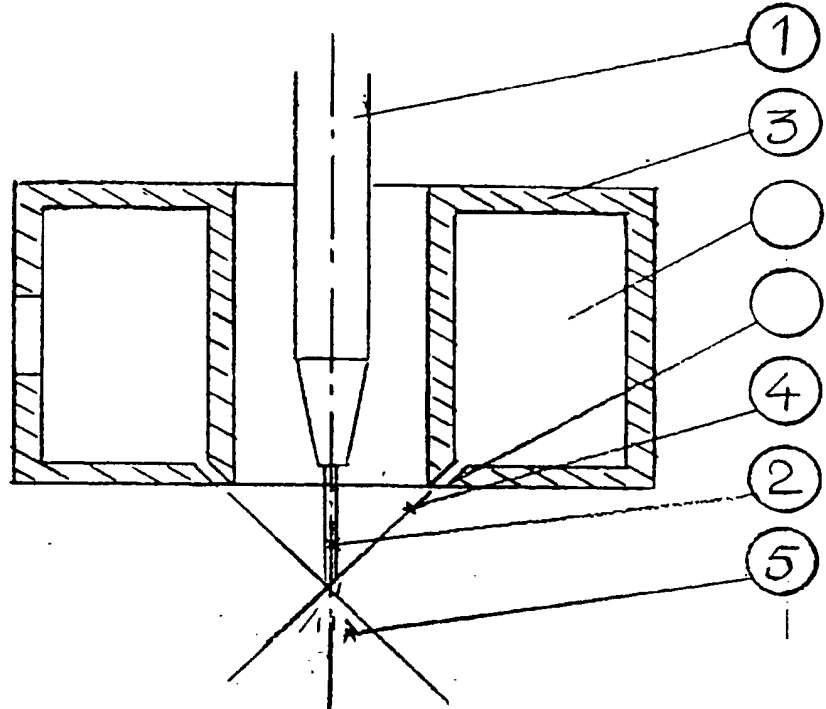


FIG. 1

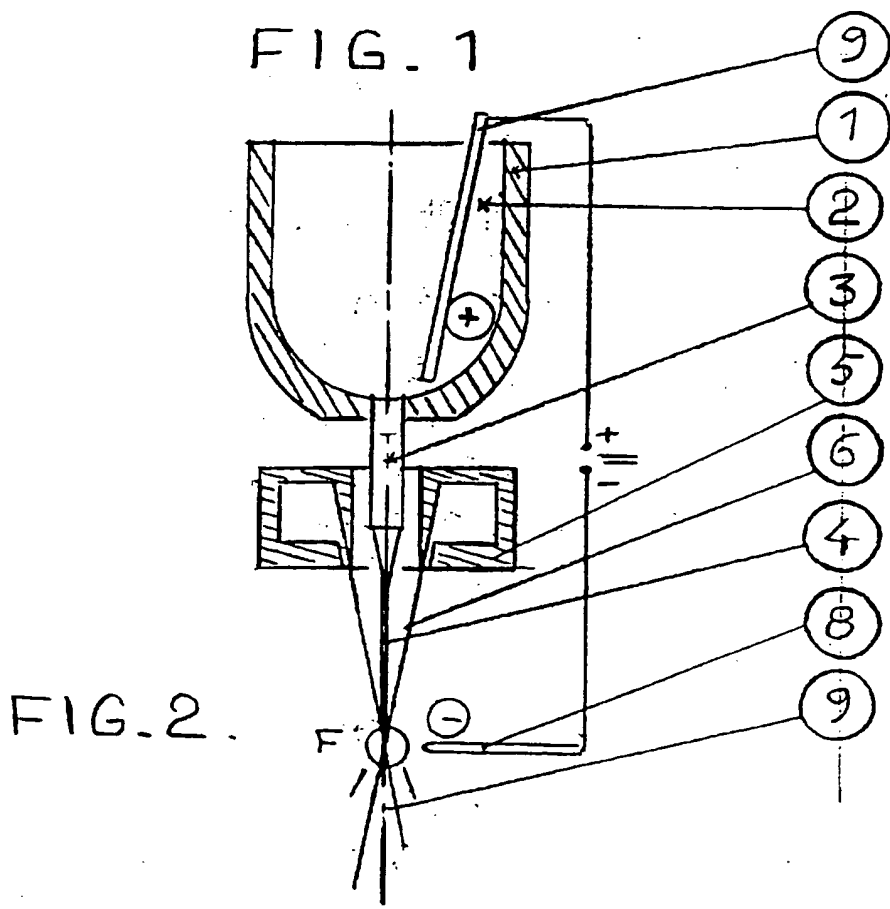


FIG. 2.

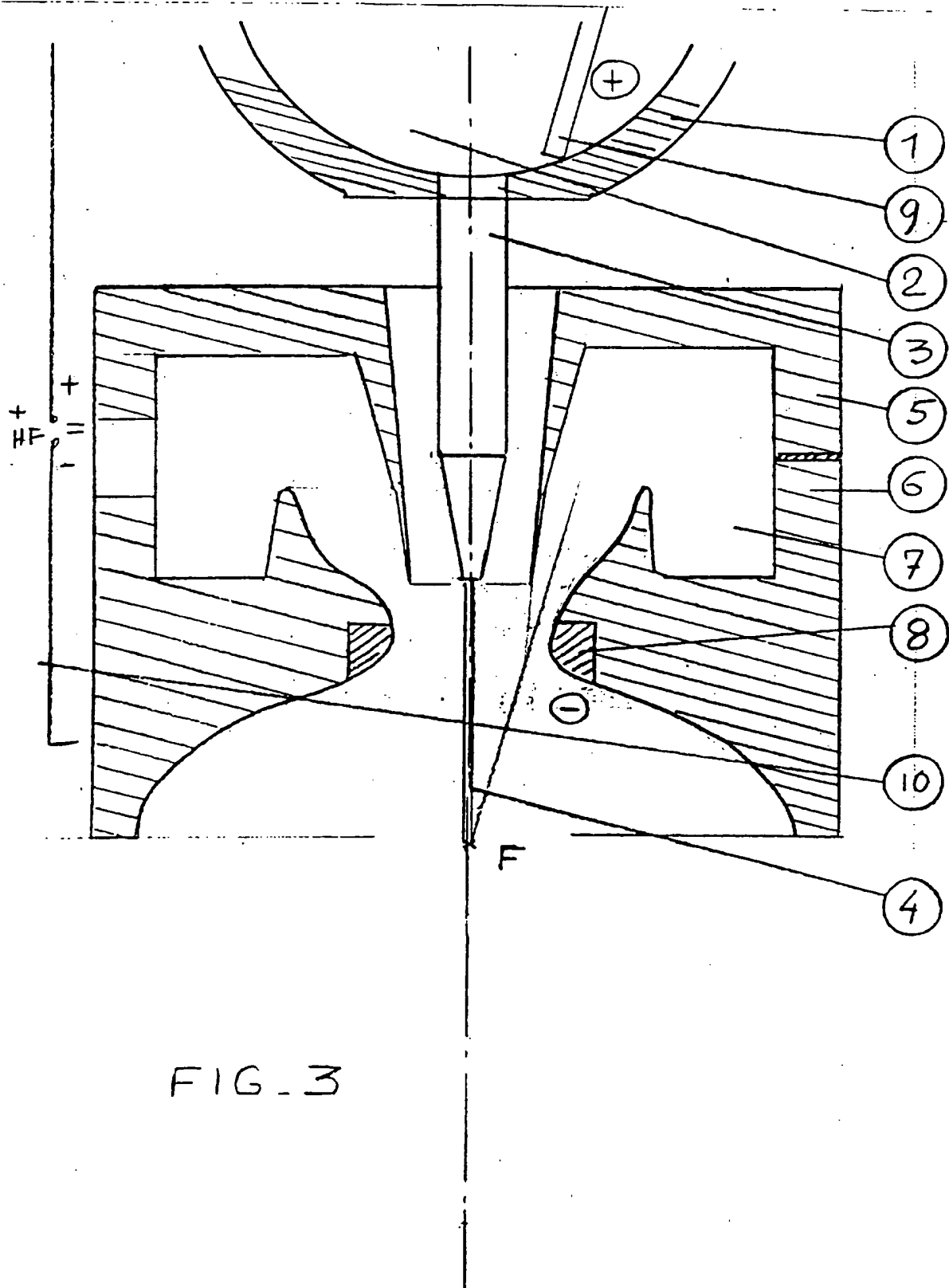


FIG. 3

2603210

